

## Создание туннелей GPT в сетях 5G

Сравнение процедуры создания туннелей в магистральной сети с помощью функций сети 5G с аналогичной процедурой в сети LTE представлено в следующей таблице.

5G	LTE
Устройство UE посылает запрос на присоединение к сети узлу MME	Устройство UE посылает запрос на присоединение к сети функции AMF
Узел MME аутентифицирует устройство UE и при положительном результате обращается к шлюзам SGW и PGW с запросом установить туннель GPT-U для IP трафика данного устройства	Функция AMF аутентифицирует устройство UE и при положительном результате обращается к функции SMF с запросом установить туннель GPT-U для IP трафика данного устройства
Узел MME взаимодействует со шлюзами SGW и PGW, в результате чего создается два однонаправленных туннеля типа S5/S8 GPT-U SGW → PGW и PGW → SGW с идентификаторами TEDI	Функция SMF выбирает подходящую для трафика устройства UE функцию UPF для применения в качестве якорного шлюза Интернет для трафика устройства UE (аналог шлюза PGW) — выбор происходит с помощью репозитория NRF. В крупной магистральной сети функция SMF может выбрать несколько функций UPF для создания последовательности промежуточных узлов передачи трафика -
	Функция SMF конфигурирует функцию (или функции) UPF для работы с потоком пакетов устройства UE: передает дескриптор потока, переметры QoS, значение TDEI. Конфигурирование происходит с помощью протокола PFCP.
	В результате использования нескольких функций UPF между ними создаются по два однонаправленных туннеля N9 GPT-U (N9 — имя интерфейса между соседними функциями UPF)
Узел MME взаимодействует с базовой станцией eNodeB и шлюзом SGW, в результате чего создаются два однонаправленных туннеля типа S1 GPT-	Функция SMF взаимодействует с базовой станцией gNB и ближайшей к ней функцией UPF и инструктирует их (с помощью протокола PFCP) создать

U SGW → PGW и PGW → SGW с идентификаторами TEDI	туннель N3 GPT-U между базовой станцией и функцией UPF (N3 — имя интерфейса )
---	---

Сравнение показывает схожесть в целом процессов создания туннелей в сетях 5G и LTE, в то же время видны и различия: в сети 5G создание туннелей - более гибкий процесс, промежуточных шлюзов в виде функций UPF может быть несколько и их функциональность программируемая, что позволяет создавать туннели с различными свойствами для различных слайсов сети.

Функции UPF программируется с помощью протокола PFCP (Packet Forwarding Control Protocol — протокол управления продвижением пакетов) имеет много общего с протоколом OpenFlow (см. главу XX), оба протокола позволяют передать программируемому устройству правила выделения определенного потока пакетов (оператор match) и правила продвижения выделенного потока — передача на определенный выходной порт, отбрасывание пакета и т. п. Но в отличие от OpenFlow протокол PFCP ориентирован на работу в сети 5G, так как признаки потока и особенно действия с пакетами описываются в терминах элементов сети 5G ( а не обобщенного коммутатора, как это сделано в протоколе OpenFlow).